

**10/031840**

#7



EPO - Munich  
40

06. Juni 2000

**Bescheinigung**

REC'D 19 JUN 2000

WIPO

PCT

Herr Alois W o b b e n in Aurich/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

EP-SP-US

"Verfahren und Vorrichtung zum Entsalzen von Wasser"

am 20. Juli 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole C 02 F und B 01 D der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 29. Mai 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag



Aktenzeichen: 199 33 147.2

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Dzierzon

**Bremen**

Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Günther Eisenführ  
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser  
Dr.-Ing. Werner W. Rabus  
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt  
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken  
Jochen Ehlers  
Patentanwalt  
Dipl.-Ing. Mark Andres

Rechtsanwälte  
Ulrich H. Sander  
Sabine Richter

Martinistrasse 24  
D-28195 Bremen  
Tel. +49-(0)421-36 35 0  
~~Fax +49-(0)421-36 35 35 (G3)~~  
Fax +49-(0)421-328 8631 (G4)  
mail@eisenfuhr.com

**Hamburg**

Patentanwalt  
Dipl.-Phys. Frank Meier

Rechtsanwälte  
Christian Spintig  
Rainer Böhm

**München**

Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Rainer Fritsche  
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Gers  
Patentanwalt  
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

**Berlin**

Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Henning Christiansen  
Dipl.-Ing. Jutta Kaden  
Patentanwalt  
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen

**Alicante**

European Trademark Attorney  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Bremen, den 19. Juli 1999

Unser Zeichen: W 1886 KGG/SK/ssi

Anmelder/Inhaber: WOBGEN, Aloys

Amtsaktenzeichen: Neuanmeldung

Aloys Wobben, Argestraße 19, 26607 Aurich

Verfahren und Vorrichtung zum Entsalzen von Wasser

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entsalzen von Wasser mit der Umkehrosmose gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung sind aus der WO 97/21483 bekannt. Dabei wird die Druckbeaufschlagung des Salzwassers durch Anlegen eines äußeren Drucks an ein Druckmedium erreicht, dessen Druck auf das Salzwasser übertragen wird. In einer Ausführungsform ist dabei vorgesehen, daß das Salzwasser zunächst mit einer ersten Pumpe in eine erste Kammer einer Drei-Kammer-

Anordnung mit relativ niedrigem Druck gepumpt wird. Anschließend wird mittels einer Hochdruckpumpe ein hoher Druck auf ein in einer zweiten Kammer der Drei-Kammer-Anordnung befindliches Druckmedium ausgeübt, wodurch das in der ersten Kammer befindliche Salzwasser mit dem für die Umkehrosmose erforderlichen hohen Druck auf das Membranmodul geleitet wird. Das konzentrierte Salzwasser, das die Membran des Membranmoduls nicht durchtreten hat, wird dabei gleichzeitig in eine dritte Kammer der Drei-Kammer-Anordnung geleitet. Wenn nun wiederum Salzwasser mit der ersten Pumpe in die erste Kammer gepumpt wird, wird schließlich das konzentrierte Salzwasser aus der dritten Kammer und endgültig aus der Vorrichtung ausgeleitet.

Zwar muß die Hochdruckpumpe bei dem bekannten Verfahren nicht mehr wie bei anderen bekannten Verfahren Salzwasser unter hohem Druck zu dem Membranmodul pumpen, was aufgrund der Oxidationsgefahr wegen des Salzwassers hohe Materialanforderungen an die Pumpe stellte und diese dadurch enorm verteuerte, sondern nur noch ein Druckmedium. Eine Hochdruckpumpe zur Herstellung des für die Umkehrosmose erforderlichen Drucks, ist jedoch noch immer erforderlich, was sich auf die Energiebilanz und damit auf den Wirkungsgrad der Gesamtvorrichtung negativ auswirkt. Zudem arbeitet das bekannte Verfahren in zwei Verfahrensschritten, wobei nur in einem der beiden Verfahrensschritte jeweils entsalztes Wasser erzeugt wird, während in dem anderen Verfahrensschritt Salzwasser nachgeführt und das konzentrierte Salzwasser abgeleitet wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein hinsichtlich des Wirkungsgrades verbessertes Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens anzugeben.

Diese Aufgabe wird ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren und der eingangs genannten Vorrichtung durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 7 gelöst.

Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, daß eine den für die Umkehrosmose erforderlichen hohen Druck aufbringende Pumpe gänzlich entfallen und durch eine einen wesentlich niedrigeren Druck aufbringende Pumpe ersetzt werden kann, wenn der Druck, den das konzentrierte Salzwasser am Ausgang des Membranmoduls zwangsläufig aufweist, durch kontinuierliche Rückführung dieses konzentrierten Salzwassers in die Druckausgleichsvorrichtung zur Druckbeaufschlagung des in die Druckausgleichsvorrichtung eingepumpten Salzwassers ausgenutzt wird. Wesentlich ist hierbei vor allem auch, daß dies kontinuierlich erfolgt, da ansonsten der Druck in der Zuleitung des Salzwassers von der Druckausgleichsvorrichtung an das Membranmodul nachlassen und wie bei dem bekannten Verfahren von einer Hochdruckpumpe nachgeliefert werden müßte und auch eine kontinuierliche Erzeugung von entsalztem Wasser nicht möglich wäre.

---

Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens und der Vorrichtung ergeben sich insbesondere aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- |            |  |
|------------|--|
| Figur 1    | ein Blockschaltbild zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens,                                |
| Figur 2    | eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,  |
| Figur 3a,b | eine Darstellung dieser Ausführungsform in verschiedenen Arbeitsphasen und                           |
| Figur 4    | eine Darstellung der Betriebszustände dieser Ausführungsform während eines kompletten Arbeitszyklus. |

Das Blockschaltbild in Figur 1 zeigt eine Förderpumpe 1 zum Einleiten von Salzwasser 10 in eine Druckausgleichsvorrichtung 2 unter einem ersten Druck  $p_1$ . Aus der Druckausgleichsvorrichtung 2 wird dasselbe Salzwasser 11, das nun jedoch mit dem für die Umkehrosmose erforderlichen hohen Arbeitsdruck beaufschlagt ist, dem Membranmodul 3 zugeleitet. Dort tritt ein Teil des Salzwassers 11 aufgrund des hohen Druckes durch die Membran 6 hindurch (zum Beispiel 25% des Salzwassers 11), wird dabei entsalzt und als entsalztes Wasser 12 abgeleitet. Der restliche Teil des Salzwassers 11 (zum Beispiel 75%) kann die Membran 6 nicht durchtreten und wird mittels der Verbindungsleitung 5 als konzentriertes Salzwasser 13, das noch immer unter dem hohen Druck  $p_2$  steht, der Druckausgleichsvorrichtung 2 wieder zugeleitet. Dort wird dieser hohe Druck in noch näher zu erläuternder Weise dazu ausgenutzt, das in die Druckausgleichsvorrichtung 2 eingeleitete Salzwasser 10 mit diesem hohen Druck zu beaufschlagen und dem Membranmodul 3 an dessen Eingang zuzuleiten. Gleichzeitig wird in ebenfalls noch näher zu erläuternder Weise der Druck  $p_1$ , mit dem die Förderpumpe 1 das Salzwasser 10 beaufschlagt, in der Druckausgleichsvorrichtung 2 dazu genutzt, darin befindliches konzentriertes Salzwasser 14 über die Ableitung 4 endgültig abzuleiten. Alle beschriebenen Vorgänge erfolgen dabei gleichzeitig und kontinuierlich, so daß eine den hohen Arbeitsdruck nachliefernde Hochdruckpumpe nicht erforderlich ist und entsalztes Wasser 12 kontinuierlich zur Verfügung steht.

---

Anhand der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform der Erfindung soll insbesondere die Ausgestaltung und Funktionsweise der Druckausgleichsvorrichtung 2 näher erläutert werden. Diese weist hier drei identische Kolbenvorrichtungen 20, 30, 40 auf, die jeweils eine Eingangskammer 21, 31, 41 zur Aufnahme des Salzwassers 10, jeweils eine Ausgangskammer 22, 32, 42 zur Aufnahme des konzentrierten

Salzwassers 13 und jeweils eine Druckkammer 23, 33, 43 aufweisen. Innerhalb der Kolbenvorrichtungen 20, 30, 40 ist jeweils ein spezieller Kolben 24, 34, 44 angeordnet, der den Kolbeninnenraum in die genannten Kammern unterteilt und der im Bild in vertikaler Richtung innerhalb der Kolbenanordnung verfahrbar ist. Von der Förderpumpe 1 führt jeweils eine Zuleitung mit einem (passiven) Rückschlagventil 28, 38, 48 zu den Eingangskammern 21, 31, 41. Die Rückschlagventile 28, 38, 48 sind dabei derart ausgestaltet, daß sie sich öffnen und einen Durchfluß ermöglichen, wenn der Druck in der Zuleitung größer ist als in den Eingangskammern 21, 31, 41. Ebenso befinden sich in den Zuleitungen von den Eingangskammern 21, 31, 41 zum Membranmodul 3 solche Rückschlagventile 27, 37, 47, jedoch mit anderer Durchflußrichtung. In der Zuleitung 5 vom Membranmodul zu den Ausgangskammern 22, 32, 42 und in der Ableitung 4 von den Ausgangskammern 22, 32, 42 sind dagegen aktiv schaltbare Ventile 25, 35, 45 bzw. 26, 36, 46 angeordnet, über die der Zufluß des konzentrierten Salzwassers 13 vom Membranmodul 3 bzw. der Abfluß des konzentrierten Salzwassers 14 aus der Druckausgleichsvorrichtung 2 gesteuert werden kann. Die Druckkammern 23, 33, 43 sind über eine Verbindungsleitung 7 miteinander verbunden, um einen Druckausgleich zwischen diesen drei Kammern zu ermöglichen und jeweils den gleichen Druck  $p_3$  in allen drei Kammern zu gewährleisten.

Im folgenden wird die Funktionsweise der Vorrichtung erläutert: Die Förderpumpe 1 pumpt das Salzwasser 10 mit einem ersten Druck  $p_1$  (zum Beispiel 17,5 bar) und 100% der benötigten Menge in die Eingangskammer 31, wobei sich das Rückschlagventil 38 öffnet, was durch den nebenstehenden Pfeil angedeutet sein soll. Zu diesem Zeitpunkt ist das Ventil 36 geöffnet (angedeutet durch den nebenstehenden Pfeil), so daß das in der Ausgangskammer 32 befindliche konzentrierte Salzwasser 14 über die Ableitung 4 abfließen kann. Aufgrund des mit dem Druck  $p_1$  in die Eingangskammer 31 fließenden Salzwassers 10 wirkt auf den Kolben 34 eine Kraft  $F = p_1 \cdot A$ , wobei A die Fläche der Kolbenvorderseite 341 ist. Dadurch wird der Kolben 34, wie in der Figur angedeutet, nach oben gedrückt und das in der Ausgangskammer 32 befindliche konzentrierte Salzwasser über das Ventil 36 und die Ableitung 4 abgeleitet. Aufgrund des in der Druckkammer 33 herrschenden Drucks  $p_3$  wird dabei eine Gegenkraft  $F_G = p_3 \cdot A_G$  ( $A_G$  ist die Fläche des Teils 343 der Kolbenrückseite, zum Beispiel ein Viertel der Kolbenrückseite) ausgeübt, die nahezu gleich groß oder etwas kleiner als die Kraft F ist. In der gleichen gezeigten Arbeitsphase ist das Ventil 25 geöffnet, so daß das konzentrierte Salzwasser 13 von dem Membranmodul 3 in die Ausgangskammer 22 mit dem Druck  $p_2$  (zum Beispiel 70 bar) einfließt. Gleichzeitig wird auch in der Druckkammer

23, die aufgrund des sich nach oben bewegenden Kolbens 34 über die Verbindungsleitung 7 mit dem Druckmittel gefüllt wird, eine Kraft auf den Kolben 24 ausgeübt, welcher sich deshalb, wie durch die Pfeilrichtung angedeutet, nach unten bewegt. Dadurch wird das in der Eingangskammer 21 befindliche Salzwasser 11 über das geöffnete Rückschlagventil 27 zum Membranmodul 3 geleitet. Dies erfolgt zwangsläufig mit dem Druck  $p_2$  (70 bar), da sowohl in der Ausgangskammer 22 als auch in der Druckkammer 23 ein Druck in dieser Höhe herrscht. Alle anderen Ventile sind in der gezeigten Arbeitsphase geschlossen.

Mit der gezeigten Ausgestaltung der Druckausgleichsvorrichtung 2 wird somit eine Druck-Transformation erreicht, die eine Energierückgewinnung aus dem abfließenden konzentrierten Salzwasser 13 mit sehr hohem Wirkungsgrad ermöglicht. Eine Hochdruckpumpe, die den für die Umkehrosmose erforderlichen hohen Arbeitsdruck aufbringt, ist deshalb hier nicht erforderlich, sondern nur eine Füllpumpe 1 mit niedrigerer Leistung, die im gezeigten Fall nur einen Druck in Höhe eines Viertels des Arbeitsdrucks aufbringen muß.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in sechs verschiedenen aufeinanderfolgenden Arbeitsphasen in Figur 3a und 3b dargestellt. Pfeile 201, 202, 301, 302 sollen dabei andeuten, daß ein Ventil geöffnet ist und in welcher Richtung der Durchfluß erfolgt. Pfeile 203, 303 bzw. die Null 403 sollen andeuten, ob und in welcher Richtung sich der Kolben der jeweiligen Kolbenvorrichtung 20, 30, 40 bewegt. Jeweils am oberen und am unteren Ende der Druckkammern 23, 33, 43 der Kolbenvorrichtungen 20, 30, 40 sind Stellungsgeber 204, 205, 304, 305 angeordnet, zur Detektion der Position des Kolbens. Gezeigt ist jeweils im linken Bild jeder Phasendarstellung die Ventilstellung und die Kolbenbewegungsrichtung, die bis zum Erreichen der gerade gezeigten Kolbenstellung galt. Im rechten Bild jeder Phasendarstellung ist dann gezeigt, wie sich ab dem gezeigten Zeitpunkt bei geänderter Ventilschaltung die Kolben bewegen werden. So ist beispielsweise im linken Bild der Darstellung von Phase 1 zu erkennen, daß sich bisher der Kolben 24 bis zum unteren Anschlag nach unten bewegt hat (Pfeil 203), daß der Kolben 34 in einer Aufwärtsbewegung begriffen ist (Pfeil 303) und daß der Kolben 44 in einer oberen Anschlagstellung verharrte (Null 403). Nach einer Ventilschaltung - Ventil 25 wurde geschlossen und Ventil 45 geöffnet; Ventil 27 schließt und Ventil 47 öffnet dann automatisch - verharrt nunmehr, wie im rechten der Bild der Darstellung von Phase 1 zu erkennen ist, der Kolben 24 in seiner unteren Anschlagstellung, während sich der Kolben 34 weiterhin nach oben bewegt und sich der Kolben 44 nach unten bewegt. Nach der letzten gezeigten Phase 6 folgt anschließend wieder Phase 1.

Nachfolgende Tabelle verdeutlicht noch einmal die Ventilschaltung in den sechs gezeigten Phasen, wobei "+" bedeutet "Ventil offen" und "-" bedeutet "Ventil geschlossen".

Phase Ventil	1	2	3	4	5	6
25	+	-	-	-	-	+
26	-	-	+	+	-	-
35	-	-	-	+	+	-
36	+	+	-	-	-	-
45	-	+	+	-	-	-
46	-	-	-	-	+	+
27	+	-	-	-	-	+
28	-	-	+	+	-	-
37	-	-	-	+	+	-
38	+	+	-	-	-	-
47	-	+	+	-	-	-
48	-	-	-	-	+	+

Figur 4 zeigt schließlich die Betriebszustände, das heißt die Stellungen der Kolben während eines kompletten Arbeitszyklus, der hier noch genauer in zwölf einzelne Phasen aufgeteilt ist. Die Pfeilrichtung soll dabei wiederum die Bewegungsrichtung des jeweiligen Kolbens andeuten.

Die Erfindung ist nicht auf die gezeigte Ausführungsform beschränkt, insbesondere kann die Druckausgleichsvorrichtung auch anders ausgestaltet sein. Denkbar sind beispielsweise Ausgestaltungen mit nur zwei Kolbenvorrichtungen oder mehr als drei Kolbenvorrichtungen und/oder unterschiedlichen oder anders gestalteten Kolbenvorrichtungen. Auch sind die angegebenen Zahlenwerte nur Beispielswerte

zur Verdeutlichung der Erfindung, so daß sich bei veränderter Kolbengeometrie beispielsweise auch andere Druckverhältnisse ergeben können.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird ein sehr hoher Wirkungsgrad bei der Energierückgewinnung in Höhe von mindestens 90% erreicht. Die Förderpumpe braucht nur ca. ein Viertel des für die Umkehrosmose erforderlichen Arbeitsdrucks von etwa 70 bar zu erzeugen, was einen hohen Kostenreduktions- und Wartungsvorteil nach sich zieht. Generell werden somit durch die Erfindung die Herstellungskosten für eine Vorrichtung zum Entsalzen von Wasser und Bereitstellung von Trinkwasser deutlich verringert. Das beschriebene Verhältnis der Drücke zueinander (17,5 bar : 70 bar) kann auch in einer anderen Größenordnung bestimmt werden. Dies ist durch eine veränderte Kolbengeometrie möglich. Diese Kolbengeometrie ist nicht auf eine einzige Möglichkeit beschränkt. Je nach Salzgehalt des Wassers kann bzw. sollte der osmotische Druck angepaßt werden. Bei Brackwasser - geringster Salzgehalt - kann ein niedrigerer Druck gewählt werden, in diesem Fall kann das Verhältnis von 1/4 : 3/4 auf zum Beispiel 1/3 : 2/3 geändert bzw. angepaßt werden.

Der Druck in den Druckkammern 23, 33, 43 wird bei der Inbetriebnahme der Vorrichtung hergestellt und anschließend konstant auf diesem Niveau gehalten.

---



### Ansprüche

1. Verfahren zum Entsalzen von Wasser mit der Umkehrosmose, insbesondere zum Entsalzen von Meerwasser, bei dem Salzwasser (10) unter einem ersten Druck ( $p_1$ ) in eine Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleitet und von der Druckausgleichsvorrichtung (2) unter einem zweiten, höheren Druck ( $p_2$ ) in ein Membranmodul (3) geleitet wird, wobei aus dem Membranmodul (3) entsalztes Wasser (12) und konzentriertes Salzwasser (13) ausgeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das aus dem Membranmodul (3) ausgeleitete konzentrierte Salzwasser (13) unter dem zweiten Druck ( $p_2$ ) in die Druckausgleichsvorrichtung (2) kontinuierlich eingeleitet und dort zur Beaufschlagung des in die Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleiteten Salzwassers (10) mit dem zweiten Druck ( $p_2$ ) und zur Ausleitung des Salzwassers (11) an das Membranmodul (3) benutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das konzentrierte Salzwasser (13) aus dem Membranmodul (3) in eine Ausgangskammer (22, 32, 42) einer von mehreren Kolbenvorrichtungen (20, 30, 40) der Druckausgleichsvorrichtung (2) unter dem zweiten Druck ( $p_2$ ) eingeleitet und dort derart auf den Kolben (24, 34, 44) einwirkt, daß das in eine Eingangskammer (21, 31, 41) derselben Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) eingeleitete Salzwasser (10) unter dem zweiten Druck ( $p_2$ ) in das Membranmodul (3) geleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das konzentrierte Salzwasser (13) wechselweise in die Ausgangskammer (22, 32, 42) einer von mehreren Kolbenvorrichtungen (20, 30, 40) eingeleitet wird, wodurch jeweils gleichzeitig das Salzwasser (11) aus der Eingangskammer (21, 31, 41) derselben Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) zum Membranmodul (3) geleitet wird, und daß gleichzeitig in die Eingangskammer (21, 31, 41) einer anderen Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) Salzwasser (10) unter dem ersten Druck ( $p_1$ ) eingeleitet wird, wodurch aus der Ausgangskammer (22, 32, 42) derselben Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) das konzentrierte Salzwasser (14) unter geringem Druck ausgeleitet wird.

---

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenvorrichtungen (20, 30, 40) der Druckaus-

gleichsvorrichtung (2) derart gesteuert werden, daß jeweils gleichzeitig in die Eingangskammer (21, 31, 41) mindestens einer Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) Salzwasser (10) eingeleitet, aus der Ausgangskammer (22, 32, 42) derselben Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) konzentriertes Salzwasser (14) ausgeleitet, in die Ausgangskammer (22, 32, 42) mindestens einer anderen Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) konzentriertes Salzwasser (13) eingeleitet und aus der Eingangskammer (21, 31, 41) derselben Kolbenvorrichtung (20, 30, 40) Salzwasser (11) der Membranvorrichtung (3) zugeleitet wird.


5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Kolbenvorrichtungen (20, 30, 40) über steuerbare Ein- und Auslaßventile (25 - 28, 35 - 38, 45 - 48) erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Kolbenvorrichtungen (20, 30, 40) mit jeweils einer Eingangs- (21, 31, 41), einer Ausgangs- (22, 32, 42) und einer Druckkammer (23, 33, 43) eingesetzt werden, daß die Druckkammern (23, 33, 43) der Kolbenvorrichtungen (20, 30, 40) miteinander verbunden sind und einen kontinuierlichen Druck ( $p_3$ ) auf einen Teil (343) des Kolbens (34) zur Unterstützung des Druckes ( $p_2$ ) aufbringen, der von dem in die Ausgangskammer (22, 32, 42) eingeleiteten konzentrierten Salzwasser (13) auf den Kolben (34) ausgeübt wird.


7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Förderpumpe (1) zum Einleiten von Salzwasser (10) in die Druckausgleichsvorrichtung (2) und mit einem Membranmodul (3) zum Trennen von aus der Druckausgleichsvorrichtung (2) eingeleitetem Salzwasser (11) in entsalztes Wasser (12) und konzentriertes Salzwasser (13), dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Membranmodul (3) und Druckausgleichsvorrichtung (2) jeweils eine im Betrieb kontinuierlich unter dem zweiten Druck ( $p_2$ ) stehende Verbindungsleitung (4) angeordnet ist zur Zuführung des konzentrierten Salzwassers (13) vom Membranmodul (3) zur Druckausgleichsvorrichtung (2) und zur Zuführung des Salzwassers (11) von der Druckausgleichsvorrichtung (2) zum Membranmodul (3).

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckausgleichsvorrichtung (2) mehrere Kolbenvorrichtungen (20, 30, 40) mit jeweils einer mit der Förderpumpe (1) und mit dem Membranmodul (3) verbundenen Eingangskammer (21, 31, 41), jeweils einer

### Z u s a m m e n f a s s u n g



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entsalzen von Wasser mit der Umkehrosmose, insbesondere zum Entsalzen von Meerwasser, bei dem Salzwasser unter einem ersten Druck in eine Druckausgleichsvorrichtung eingeleitet und von der Druckausgleichsvorrichtung unter einem zweiten, höheren Druck in ein Membranmodul geleitet wird, wobei aus dem Membranmodul entsalztes Wasser und konzentriertes Salzwasser ausgeleitet wird. Um den Wirkungsgrad und somit die Energiebilanz bei einem solchen Verfahren zu erhöhen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das aus dem Membranmodul ausgeleitete konzentrierte Salzwasser unter dem zweiten Druck in die Druckausgleichsvorrichtung kontinuierlich einzuleiten und dort zur Beaufschlagung des in die Druckausgleichsvorrichtung eingeleiteten Salzwassers mit dem zweiten Druck und zur Ausleitung des Salzwassers an das Membranmodul zu benutzen. Desweiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.



---

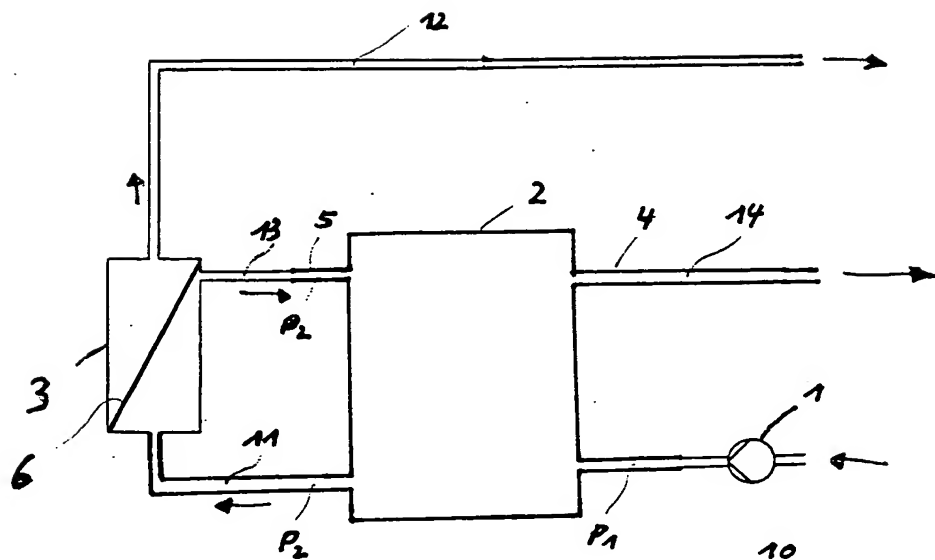


Figure 1

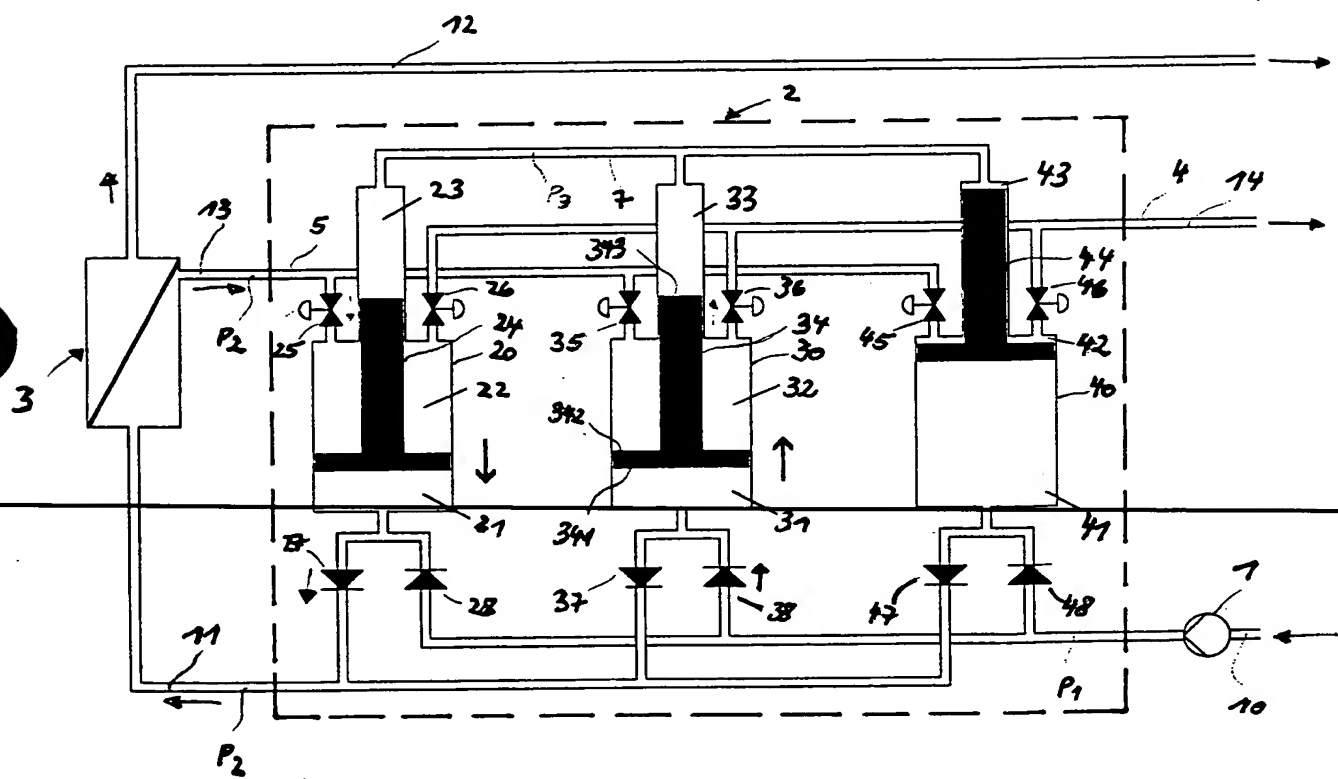
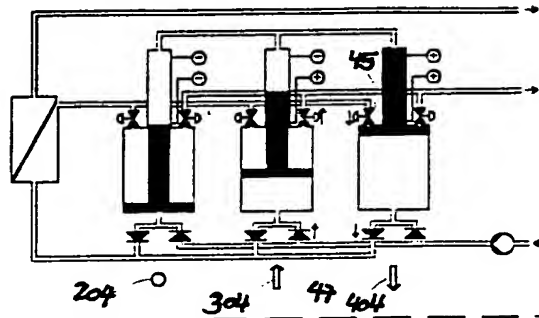
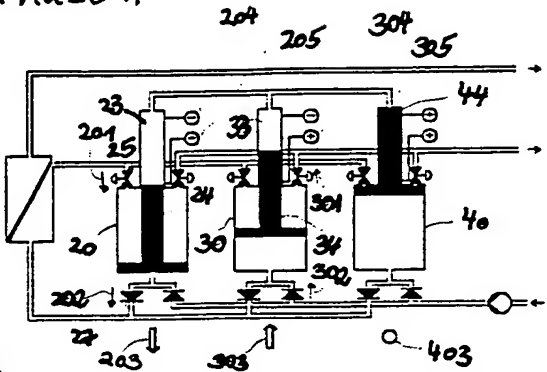
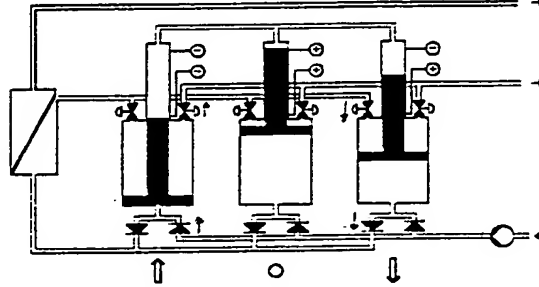
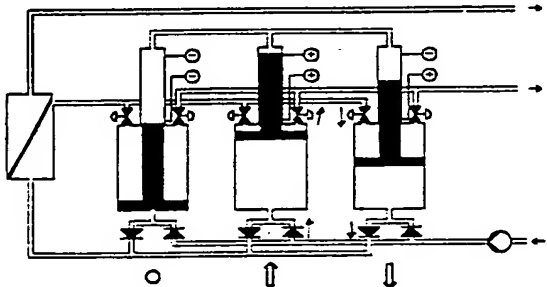


Figure 2

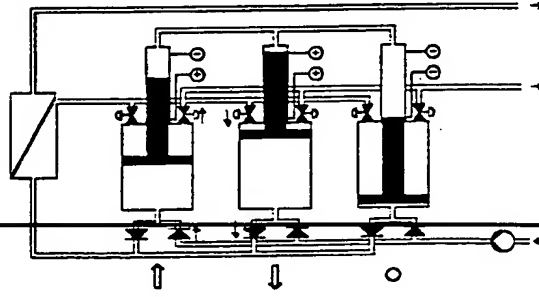
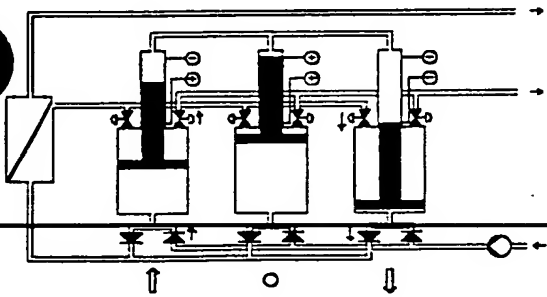
Phase 1



Phase 2

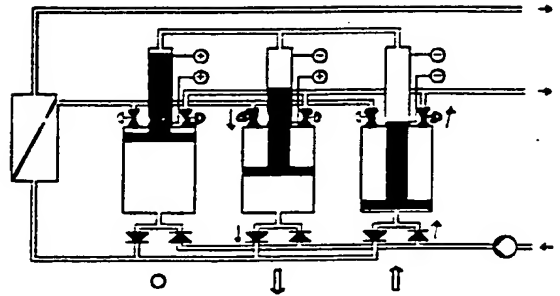
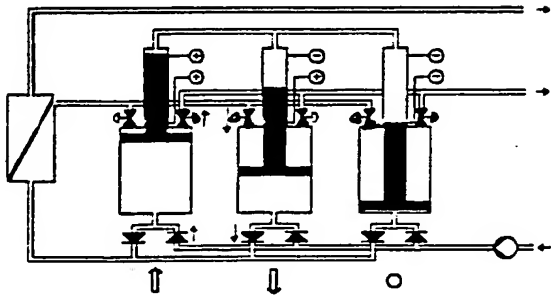


Phase 3

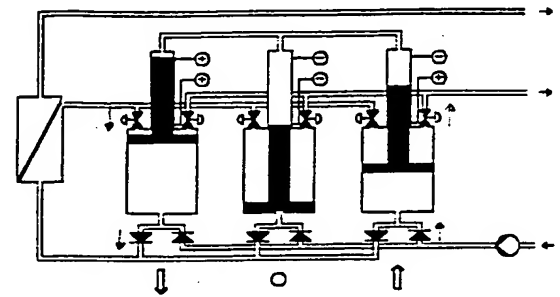
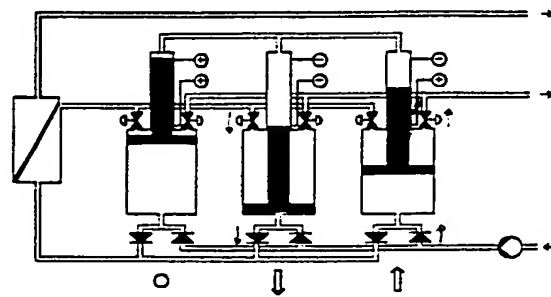


Figur 3a

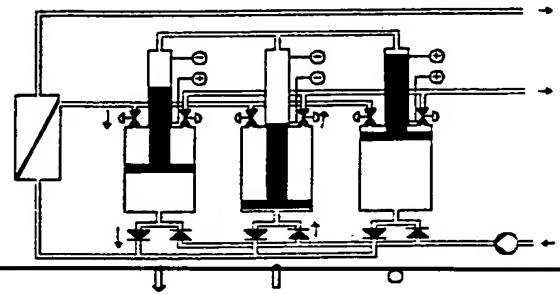
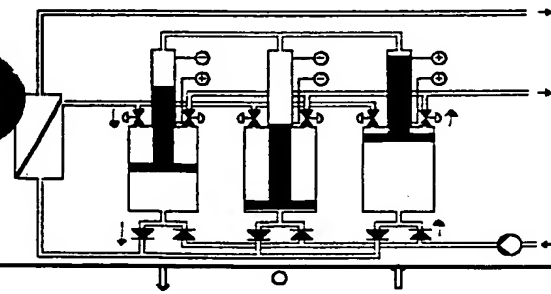
Phase 4






















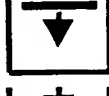










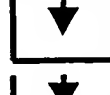


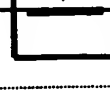
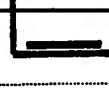
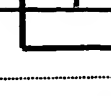






Phase 5



Phase 6



Figur 3b

1	 0,25	 0,25	 1
2	 0	 0,5	 1
3	 0	 0,75	 0,75
4	 0	 1	 0,5
5	 0,25	 1	 0,25
6	 0,5	 1	 0
7	 0,75	 0,75	 0
8	 1	 0,5	 0
9	 1	 0,25	 0,25
10	 1	 0	 0,5
11	 0,75	 0	 0,75
12	 0,5	 0	 1
<hr/>			
1	 0,25	 0,25	 1
2	 0	 0,5	 1

Figur 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**